

SYNCHRONIZING DEVICE FOR PRESS MACHINE AND ROBOT

Publication number: JP8202419

Publication date: 1996-08-09

Inventor: ONO TAKATOSHI

Applicant: KOMATSU MFG CO LTD

Classification:

- international: **B25J9/16; B25J19/06; B29C33/44; B30B13/00; B30B15/26; G05B9/02; G05B15/02; G05B19/18; G05B19/19; B29C37/00; B25J9/16; B25J19/06; B29C33/44; B30B13/00; B30B15/26; G05B9/02; G05B15/02; G05B19/18; G05B19/19; B29C37/00; (IPC1-7): G05B19/18; B25J9/16; B25J19/06; B30B13/00; B30B15/26; G05B9/02; G05B15/02; G05B19/19**

- European:

Application number: JP19950010943 19950126

Priority number(s): JP19950010943 19950126

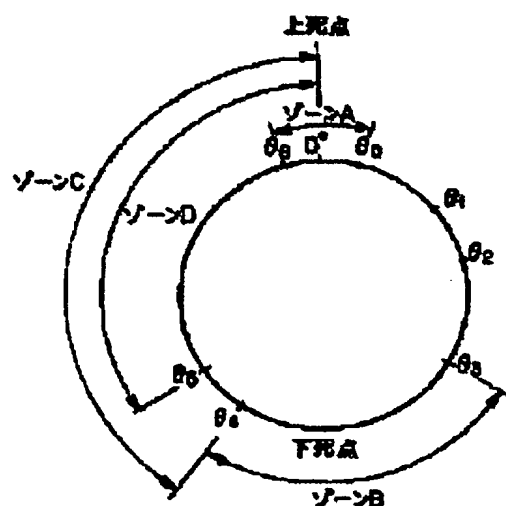
[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP8202419

PURPOSE: To improve the cycle time and productivity by making a robot wait to move to a target position only when a press crank angle is within a range wherein the robot is not allowed to enter and a specific condition is met. **CONSTITUTION:** A zone A (θ_6 - θ_0) as an upper dead center area, a zone B (θ_3 - θ_4) as a robot operation disabled area, a zone C (θ_4 -upper dead center) as a robot tip entry allowed area, and a zone D (θ_5 -upper dead center) as a robot entry permitted area are set as operation areas of the robot. The relation between a crank angle like this end the operation contents of the robot is previously set in each robot controller. Only when the press machine is in machining operation, the press crank angle is within the specific angle range wherein the robot is not allowed to enter, and the condition wherein the movement target position of the robot is between metal molds having the possibility of interference is met, the robot is made to wait move to the target position, but when the condition is not met, the robot is operated as programmed without being made to wait.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-202419

(43) 公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/18				
B 2 5 J 9/16				
19/06				
		9063-3H	G 0 5 B 19/ 18 15/ 02	X Z
			審査請求 未請求 請求項の数 2	〇 L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-10943

(71) 出願人 000001236

(22) 出願日 平成7年(1995)1月26日

株式会社小松製作所
東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 小野 孝敏
栃木県小山市横倉新田400 株式会社小松
製作所小山工場内

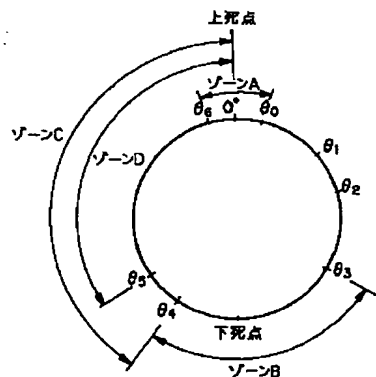
(74) 代理人 弁理士 木村 高久

(54) 【発明の名称】 プレス機械とロボットの同期装置

(57) 【要約】

【目的】 プレスが上死点以外の位置で動作中の間にもロボットを駆動するようにして、サイクルタイムおよび生産性を向上させる。

【構成】 プレス機械が加工動作中であってプレスクランク角がロボットの進入を許容しない所定の角度範囲にあり、かつロボットの移動目標位置が干渉可能性のある範囲に属する条件が満足された場合に限り、該目標位置への移動を待機させ、それ以外の条件下ではロボットを待機させずに動作させる。



θ_0 : 上死点端(15°)
 θ_1 : 原点チェック領域
 θ_2 : 原点チェック領域
 θ_3 : プレス加工時急停止限界
 θ_4 : ロボット先端進入可
 θ_5 : ロボット進入可
 θ_6 : 上死点端(345°)
ゾーンA: 上死点領域
ゾーンB: ロボット進入不可領域
ゾーンC: ロボット先端進入可領域
ゾーンD: ロボット進入可領域

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プレスクランク角を検出する検出器を具えたプレス機械と、このプレス機械に対するワークの搬入または搬出動作を実行するロボットとを具え、プレス機械とロボットを同期運転させるプレス機械とロボットの同期装置において、

プレスクランク角に関し、ロボットの進入を許容しない第1の角度領域とロボットの進入を許容する第2の角度領域を設定する第1の設定手段と、

ロボットの前記搬入または搬出動作に係る移動軌跡上の各目標位置に関し、干渉可能性のある第1の移動領域と干渉可能性のない第2の移動領域を設定する第2の設定手段と、

プレスクランク角が前記第1の角度領域に属し、かつロボットの現目標位置が前記第1の移動領域に属する条件が満足された場合に限り、該目標位置への移動を待機させ、それ以外の条件下ではロボットを待機させないようロボットを制御する制御手段と、

を具えるプレス機械とロボットの同期装置。

【請求項2】 前記制御手段は、プレスクランク角が前記第1の角度領域に属する場合であって、かつ現目標位置が前記第2の移動領域に属し、次の目標位置が前記第1の移動領域に属する場合、現目標位置への移動実行中にプレスクランク角が前記第1の角度領域から第2の角度領域に移行されると、この時点でロボットの目標位置を現目標位置から次の目標位置へ直ちに変更するよう制御する請求項1記載のプレス機械とロボットの同期装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明はプレス機械と該プレス機械に対するワークの搬入搬出動作を実行するロボットとが干渉しないようこれらを同期運転させるプレス機械とロボットの同期装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ロボットによってプレス機械に対するワークの搬入搬出動作を実行させるシステムが提案されているが、従来のシステムにおいては、プレス機械のスライドが上死点で待機中に、ロボットをプレス機械側に進入させて搬入搬出作業を行わせ、作業が終了してロボットをプレス機械の外に退避させた後に、プレス機械を再起動することにより、プレス機械とロボットとの干渉を避けるようにしていた。すなわち、従来システムにおいては、プレス→ロボット→プレス→ロボットというように、駆動装置を交互に切り換えるようにしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このように従来の交互切替え方式では、プレス機械を上死点で待機させているときにロボットを駆動するようにしているので、プレス機械の上死点における待機時間、サイクルタイムが長くなり、プレス加工の生産効率が向上しないという問題があ

る。

【0004】 この発明は上記実情に鑑みてなされたもので、プレスが上死点以外の位置で動作中の間にもロボットを駆動するようにして、サイクルタイムおよび生産性を向上させるプレス機械とロボットの同期装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明では、プレスクランク角を検出する検出器を具えたプレス機械と、このプレス機械に対するワークの搬入または搬出動作を実行するロボットとを具え、プレス機械とロボットを同期運転させるプレス機械とロボットの同期装置において、プレスクランク角に関し、ロボットの進入を許容しない第1の角度領域とロボットの進入を許容する第2の角度領域を設定する第1の設定手段と、ロボットの前記搬入または搬出動作に係る移動軌跡上の各目標位置に関し、干渉可能性のある第1の移動領域と干渉可能性のない第2の移動領域を設定する第2の設定手段と、プレスクランク角が前記第1の角度領域に属し、かつロボットの現目標位置が前記第1の移動領域に属する条件が満足された場合に限り、該目標位置への移動を待機させ、それ以外の条件下ではロボットを待機させないようロボットを制御する制御手段とを具えるようにしている。

【0006】

【作用】 係る発明によれば、プレス機械が加工動作中であってプレスクランク角がロボットの進入を許容しない所定の角度範囲にあり、かつロボットの移動目標位置が干渉可能性のある金型間にある条件が満足された場合に限り、該目標位置への移動を待機させ、それ以外の条件下ではロボットを待機させずにプログラムどおりに動作させる。

【0007】 すなわち本発明によれば、プレスが上死点以外の位置にある動作中にも、ロボットにワーク搬入または搬出動作に係るハンドリング動作を実行させて、サイクルタイムを向上させる。

【0008】

【実施例】 以下この発明を添付図面に示す実施例に従って詳細に説明する。

【0009】 図2は、この発明を適用するプレスロボットシステムを示すもので、このシステムは並設された複数のプレス機械1によりワークに対し所望のプレス加工を連続的に行うものであり、この場合は各プレス機械1の前面に、ワークの搬入および搬出を実行させる双腕多軸ロボット2をそれぞれ設けるようにしている。

【0010】 この場合、各双腕多軸ロボット2は、ツイスト軸3上で左側に位置する搬入側ロボット（搬入側腕）4と、ツイスト軸3上で右側に位置する搬出側ロボット（搬出側腕）5とを有し、これらロボット4、5はツイスト軸3上で一体的に旋回される。搬入側ロボット4は、加工前のワークをワーク置き台6から取り出し、

これをプレス機械1の所定位置にセットする動作を実行し、搬出側ロボット5は、加工済みのワークをプレス機械1から取り出して、これをワーク置き台6に載置する動作を実行する。

【0011】なお、図2のシステムでは、プレス機械間の加工の間にワークを一旦ワーク置き台6に置くようにし、双腕多軸ロボット2の各腕を搬入用および搬出用としてそれぞれ専用に用いるようにしたが、ワーク置き台6を排除し、双腕多軸ロボット2の各腕の双方に搬出および搬入動作を行わせるようシステムを構成するようにしてもよい。

【0012】すなわち、この場合は各プレス機械1の間に各双腕多軸ロボット2を位置させる。そして、一方の腕4で第1段目のプレス機械からワークを搬出した後、ツイスト軸3を回転させることによりこの腕4を隣の第2段目のプレス機械に対峙させ、この後この腕4によって把持したワークを該第2段目のプレス機械に搬入する。一方、ツイスト軸3が回転されて一方の腕4が第2段目のプレス機械に対峙した状態の時には、他方の腕5は前段の第1段目のプレス機械に対峙している。したがって、該他方の腕5を用いて第1段目のプレス機械からワークを搬出し、このワークを前記同様に第2段目のプレス機械に搬入する。このような双腕によるワークの搬出搬入動作を行うことにより、1つの腕のロボットに比べ、高速のワーク搬入搬出動作をなし得る。

【0013】図3は、図2に示したプレスロボットシステムの制御系の構成を示すもので、各プレス機械1には、双腕多軸ロボット2を制御するロボットコントローラ10が接続されており、各プレス機械1は各ロボットコントローラ10によって起動停止制御される。すなわち、このシステムでは、プレス機械は、1サイクル毎にロボットコントローラ10によって起動され、1サイクルの動作を終了すると、ロボットコントローラ10からの起動指令が入力されるまで待機するよう動作する。

【0014】各ロボットコントローラ10は、1つの双腕多軸ロボット3に対応して夫々別個に設けられ、1つのロボットコントローラ10には、双腕多軸ロボット3の双腕を制御するよう搬入コントローラ10aと搬出コントローラ10bが備えられている。搬入コントローラ10aは双腕ロボット2の搬入側ロボット4の制御を実行し、搬出コントローラ10bは搬出側ロボット5の制御を実行する。

【0015】プレス機械1からプレスの主軸に取り付けられたエンコーダの出力データEDがロボットコントローラ10に出力されており、ロボットコントローラ10は、入力されたエンコーダデータをプレスクランク角度を示すクランク角度データに変換し、このクランク角度データに基づいてプレス機械がどのような動作領域に位置しているかを判定するようにしている。また、ロボットコントローラ10には双腕多軸ロボット3の各軸の角

度データが入力されており、ロボットコントローラ10はこれら角度データに基づきロボット位置を常に把握できるようにしている。

【0016】これら各ロボットコントローラ10は、集中制御装置20に接続されており、この集中制御装置40によって統括管理されている。

【0017】図1は、プレス機械のクランク角度とロボット側の動作内容の関係を示すもので、各角度 $\theta 0 \sim \theta 6$ の意味は以下の通りである。

10 【0018】 $\theta 0$; 上死点端 (15°)

$\theta 1$; 原点チェック領域…機械式カムとエンコーダの値のズレをチェック (ズレが大の時には非常停止)

$\theta 2$; 原点チェック領域…機械式カムとエンコーダの値のズレをチェック (ズレが大の時には非常停止)

$\theta 3$; プレス加工時急停止限界

$\theta 4$; ロボット先端進入可

$\theta 5$; ロボット進入可

$\theta 6$; 上死点端 (345°)

また、上記角度によって設定されるロボットの動作領域は以下の通りである。

ゾーンA ($\theta 6 \sim \theta 0$) ; 上死点領域

ゾーンB ($\theta 3 \sim \theta 4$) ; ロボット動作不可領域

ゾーンC ($\theta 4 \sim$ 上死点) ; ロボット先端進入可領域

ゾーンD ($\theta 5 \sim$ 上死点) ; ロボット進入可領域

各ロボットコントローラ10には、このようなクランク角度とロボットの動作内容の関係が予め設定されている。

【0019】図4および図5は、図1に示した双腕ロボット3の搬出側ロボット5の動作内容を示すもので、図4は搬出側ロボット5がプレス機械1に進入する際の進入工程を示し (SCENE1)、図5は搬出側ロボット5が加工済みのワークを掴んでプレス機械1から脱出する際の脱出工程を示している (SCENE2)。

【0020】図4の進入工程においては、ロボットは予め教示された複数の教示点OP1~OP5にそった軌跡上をPTP補間又はCP補間しながら移動する。

【0021】OP1; ツイスト軸回転可の位置

OP2; プレス干渉外位置

OP3; ロボット先端干渉外位置

40 OP4; 金型上方位置

OP5; ワーククランプ位置

上記各教示点によって搬出側ロボット5の移動軌跡は以下のようなロボット制御区間に分割されている。

【0022】OP1~OP2の区間…プレスを動作させてもロボットがプレスに干渉することのないプレス干渉外領域
OP2~OP3の区間…前述したクランク角に対する所定の条件が整えば (具体的にはクランク角がゾーンCに入っていれば)、ロボットハンドの先端のみであれば進入可として設定している領域

50 OP3~OP5の区間…前述したクランク角に対する所定の条

件が整えば（具体的にはクランク角がゾーンDに入っていれば）、ロボットを進入可としている領域。

【0023】図5に示すの搬出ロボット5の脱出工程においては、ロボットは予め教示された複数の教示点OP5～OP9～OP1にそった軌跡上をPTP補間又はCP補間しながら移動する。

【0024】OP5；ワーククランプ位置

OP6；金型上方位置

OP7；同期ポイント（同期信号Aがオンにされる位置）

OP8；同期ポイント（同期信号Bがオンにされる位置）

OP9；プレス干渉外位置

OP1；ツイスト軸回転可の位置

上記教示点のうち、同期ポイントOP7およびOP8は、搬出側ロボット5と搬入側ロボット4とが干渉しないように同期をとるための同期信号を出力するための位置で、搬出側ロボット5がこれら同期ポイントOP7およびOP8上に到達すると、同期信号A、Bがそれぞれオンになる。すなわち、後述する搬入側の制御において、これら同期信号A、Bのオンオフ状態が判定される事で搬入側ロボット4の進入可領域が決定される。詳細は後述する。

【0025】図6および図7は、搬入側ロボット4の動作内容を示すもので、図6は搬入側ロボットがワークを把持してプレス機械に進入してワークをプレス機械の所定位置にセットするまでの進入工程を示し（SCENE3）、図7は搬入側ロボットがプレス機械から脱出する際の脱出工程を示している（SCENE4）。

【0026】図6の進入工程においては、ロボットは予め教示された複数の教示点IP1～IP6にそった軌跡上をPTP補間又はCP補間しながら移動する。

【0027】IP1；ツイスト軸回転可の位置

IP2；プレス干渉外位置

IP3；同期ポイント

IP4；同期ポイント

IP5；金型上方位置

IP6；ワークアンクランプ位置

IP1～IP2の区間…プレスを動作させても搬入側ロボット4がプレスに干渉することのないプレス干渉外領域である。

【0028】IP2～IP3の区間…クランク角に対する所定の条件が整えば（具体的にはクランク角がゾーンDに入っていれば）、ロボットハンドの先端のみであれば進入可としている領域

IP3～IP4の区間…搬出側ロボット5が図5に示した同期ポイントOP7に達すると（同期信号Aがオンになると）、初めて進入できる区間、勿論進入の際にはクランク角はゾーンDに入っている必要がある

IP4～IP5の区間…搬出側ロボット5が図5に示した同期ポイントOP8に達すると（同期信号Bがオンになると）、初めて進入できる区間、勿論進入の際にはクランク角はゾーンDに入っている必要がある。

【0029】図7の脱出工程においては、ロボットは予め教示された複数の教示点IP7～IP8～IP1にそった軌跡上をPTP補間又はCP補間しながら移動する。

【0030】IP7；金型上方

IP8；プレス干渉外位置

IP1；ツイスト軸回転可の位置

図8は、前述した搬出側ロボット5の搬出工程と搬入側ロボット4の搬入工程の同期制御を示すためのもので、前述したように搬入側ロボット4は、搬出側ロボット5が同期ポイントOP7に達すると（同期信号Aがオンになると）、IP3～IP4の区間に進入することができ、また、搬出側ロボット5が同期ポイントOP8に達すると（同期信号Bがオンになると）、IP4～IP5の区間に進入することができるように制御される。

【0031】以下、図9～図12のフローチャートに従って前記図4～図8に示した各工程におけるロボットコントローラ10の動作を詳述する。

【0032】まず、図9のフローチャートに従って図4に示した搬出側ロボット5の進入工程に関するロボットコントローラ10（搬出コントローラ10b）の制御手順について説明する。

【0033】この進入工程において、搬出コントローラ10bは、まず排出側ロボット5を教示点OP1まで移動させ（ステップ100）、該移動を確認すると、排出側ロボット5がツイスト軸3を回転しても良い姿勢をとっているか否かを確認して、ツイスト軸3を旋回させる（ステップ110、120）。そして、ツイスト軸が所定の停止領域内に位置している事を確認した後（ステップ130）、排出側ロボット5に対し教示点OP2への移動を開始させる（ステップ140）。

【0034】次に、排出コントローラ10bは、プレスクランク角が図1に示したゾーンCに入っていることを示すゾーンC信号がオンになっているか否かを確認し（ステップ150）、否の場合はロボットが教示点OP2へ到達したか否かを確認する（ステップ160）。そして、ロボットが教示点OP2へ到達している場合は、ゾーンC信号の状態を再度確認し（ステップ170）、ゾーンC信号がオンになっていない場合は、ロボットを教示点OP2で停止させ、ゾーンC信号がオンになるまで待機させる（ステップ180）。このように、制御手順がステップ150、160、170、180を経由する場合は、ロボットの動きがプレスの動きに比べ早い場合であり、このような場合は、ロボットは教示点OP2で停止した状態でゾーンC信号がオンになるまで待機し、ゾーンC信号がオンになったのを確認してからその後の手順を実行する。

【0035】一方、制御手順がステップ150、160のみを経由してその後の手順190に移行される場合は、プレスの動きに比べロボットの動きが遅い場合であり、このような場合は、ロボットが教示点OP1から教示

点OP2への移動の途中であるにもかかわらず、ゾーンC信号がオンになった時点でその目標位置を教示点OP3に変更するようにして(ステップ220参照)、より効率の良いロボットの動きを実現している。

【0036】次に、ステップ190においては、搬出コントローラ10bは、ツイスト軸3が位置決めを完了していることを確認した後、プレス干渉外B信号をオフにしてこれを上位の集中制御装置20に報告するとともに、前記同期信号A、Bをオフ状態にリセットする(ステップ200、210)。

【0037】なお、プレス干渉外B信号(オン)は、ロボットが先の図4の教示点OP1~OP2の区間に位置していることを示しており、この信号をオフにするという事はロボットが先の図4の教示点OP2~OP5の区間に位置していることを示す事になる。このプレス干渉外B信号は、集中制御装置20において、安全管理のために用いられる。

【0038】次に、ステップ220において、搬出コントローラ10bは、ロボットに教示点OP3への移動を開始させた後、プレスクランク角が図1に示したゾーンDに入っていることを示すゾーンD信号がオンになっているか否かを確認し(ステップ230)、否の場合はロボットが教示点OP3へ到達したか否かを確認する(ステップ240)。そして、ロボットが教示点OP3へ到達している場合は、ゾーンD信号の状態を再度確認し(ステップ250)、ゾーンD信号がオンになっていない場合は、ロボットを教示点OP3で停止させ、ゾーンD信号がオンになるまで待機させる(ステップ260)。前述と同様に、制御手順がステップ230、240、250、260を経由する場合は、ロボットの動きがプレスの動きに比べ早い場合であり、このような場合は、ロボットは教示点OP3で停止した状態でゾーンD信号がオンになるまで待機し、ゾーンD信号がオンになったのを確認してからその後の手順を実行する。

【0039】一方、制御手順がステップ230、240のみを経由してその後の手順270に移行される場合は、プレスの動きに比べロボットの動きが遅い場合であり、このような場合は、ロボットが教示点OP3に到達していないにもかかわらず、ゾーンD信号がオンになった時点でその目標位置を教示点OP4に変更するようにして(ステップ280参照)、より効率の良いロボットの動きを実現している。

【0040】次に、ステップ270においては、搬出コントローラ10bはプレス干渉外A信号をオフにし、これを集中制御装置20に報告する。なお、プレス干渉外A信号(オン)は、ロボットが先の図4の教示点OP1~OP3の区間に位置していることを表しており、この信号をオフにするという事はロボットが先の図4の教示点OP3~OP5の区間に位置していることを示す事になる。このプレス干渉外A信号も集中制御装置20において安全管

理のために用いられる。

【0041】次に、搬出コントローラ10bは、ロボットを教示点OP4を経て進入工程の最終目的位置である教示点OP5まで移動させる(ステップ280、290)。

【0042】以上が、搬出ロボット5における進入工程の詳細である。

【0043】次に、図10のフローチャートに従って図5に示した搬出側ロボット5の脱出工程に関する搬出コントローラ10bの制御手順について説明する。

10 【0044】先の進入工程によってロボットが教示点OP5に到達したのが確認されると、搬出コントローラ10bは、ハンドクランプ指令をロボットに出力して、ロボットにワーク把持動作を実行させる(ステップ300)。また、搬出コントローラ10bは、上記ハンドクランプ指令を出力した時点で、監視タイマをスタートさせ、経過時間Tをカウントする(ステップ310)。そして、所定の設定時間TLimが経過する前に、ハンドクランプが確認された場合は、その後手順をステップ340に移行させるが、設定時間TLimが経過してもハンドクランプが確認されない場合は、ロボット及びプレス機械を緊急停止させる(ステップ320、330)。

【0045】ハンドクランプが確認された場合、搬出コントローラ10bは、ロボットを教示点OP6を経て教示点OP7まで移動させ(ステップ340、350)、ロボットが教示点OP7に到達した時点で同期信号Aをオンにする(ステップ360)。この同期信号Aは前述したように、搬入側ロボット4の進入可の領域を識別するために用いられる。

30 【0046】さらに、搬出コントローラ10bは、ロボットを教示点OP8まで移動させ、ロボットが教示点OP8に到達した時点で同期信号Bをオンにする(ステップ370、380)。この同期信号Bも、搬入側ロボット4の進入可の領域を識別するために用いられる。

【0047】次に、搬出コントローラ10bは、ロボットを教示点OP9まで移動させ、ロボットが教示点OP9に到達した時点で、オフしていたプレス干渉外A信号及びプレス干渉外B信号をオンにし、これを集中制御装置20に報告する(ステップ390、400)。

40 【0048】この後、搬出コントローラ10bは、ロボットを教示点OP1まで移動させた後、逆軸ロボットすなわち、搬入側ロボット4がツイスト軸を回転してもよい姿勢である事を確認してツイスト軸を回転させる(ステップ410~430)。

【0049】以上が、搬出ロボット5の脱出工程の詳細である。

【0050】次に、図11のフローチャートに従って図6に示した搬入側ロボット4の進入工程に関するロボットコントローラ10(搬入コントローラ10a)の制御手順について説明する。

50 【0051】この進入工程においては、搬入コントローラ

ラ10aは、まずワークを把持した状態の排入側ロボット4を教示点IP1まで移動させ（ステップ500）、該移動を確認すると、排入側ロボット4がツイスト軸3を回転しても良い姿勢をとっているか否かを確認して、ツイスト軸3を旋回させる（ステップ510、520）。そして、ツイスト軸が所定の停止領域内に位置している事を確認した後（ステップ530）、排入側ロボット4に対し教示点IP2への移動を開始させる（ステップ540）。

【0052】次に、搬入コントローラ10aは、プレス内にこれ以上進入していいか否かを確認する（ステップ550）。進入可の条件は以下のとおりである。

【0053】(1)クランク角がゾーンDに入っているゾーンD信号がオン

(2)プレス加工完了信号がオン（前回のプレス加工が正常終了しているという意味（集中制御装置20からの信号により判断する）

(3)プレス内にワークが存在していない（直前の排出工程においてハンドクランプが確認された）

以上の進入可条件が満足されていない場合、搬入コントローラ10aは、ロボットが教示点IP2へ到達したか否かを確認する（ステップ560）。そして、ロボットが教示点IP2へ到達している場合は、上記進入可条件を再度確認し（ステップ570）、進入可条件が満足されていない場合は、ロボットを教示点IP2で停止させ、進入可条件が満足されるまで待機させる（ステップ580）。このように、制御手順がステップ550、560、570、580を経由する場合は、ロボットの動きがプレスの動きに比べ早い場合であり、このような場合は、ロボットは教示点IP2で停止した状態で進入可条件が満足されるまで待機し、進入可条件が満足されたのを確認してからその後の手順を実行する。

【0054】一方、制御手順がステップ550、560のみを経由してステップ590に移行される場合は、プレスの動きに比べロボットの動きが遅い場合であり、このような場合は、ロボットが教示点IP2に到達していないにもかかわらず、進入可条件が満足された時点でその目標位置を教示点IP3に変更するようにして（ステップ600参照）、より効率の良いロボットの動きを実現している。

【0055】次に、ステップ590においては、プレス干渉外A信号をオフにするともに、プレス加工完了信号をリセットし、これらを集中制御装置20に報告した後、ロボットを教示点IP3に向けて移動開始させる（ステップ600）。

【0056】次に、搬入コントローラ10aは、同期信号Aの状態を確認し（ステップ610）、同期信号Aがオフの場合は、ロボットが教示点IP3へ到達したか否かを確認する（ステップ620）。そして、ロボットが教示点IP3へ到達している場合は、再度同期信号Aの状態

を確認し（ステップ630）、同期信号Aが依然オフである場合は、ロボットを教示点IP3で停止させ、同期信号Aがオンになるまで待機させる（ステップ640）。そして、同期信号Aがオンになったのを確認してから、次のステップ650の手順に移行する。そして、ステップ650で、同期信号Bの状態を確認し、同期信号Bがオフの場合は、ロボットを教示点IP4に向けて移動開始する（ステップ660）。次に、ステップ670において、同期信号Bの状態を確認し、同期信号Bがオフの場合は、ロボットが教示点IP4へ到達したか否かを確認する（ステップ680）。そして、ロボットが教示点IP4へ到達している場合は、ロボットを教示点IP4で停止させた後（ステップ690）、同期信号Bがオンになったのを確認してから（ステップ700）、ロボットを次の教示点IP5に向けて移動させる。

【0057】このように、手順が、ステップ610から、ステップ620～ステップ700を経由してステップ710に移行するような場合は、同期信号A、Bの状態を確認しながら全ての教示点IP3、IP4を経由して教示点IP5に到達するようロボットが制御される。

【0058】一方、ステップ620でロボットが教示点IP3に到達した事が確認される前に、同期信号Aがオンであることがステップ610で確認された場合は、同期信号Bの状態を確認し（ステップ650）、同期信号Bがオフの場合は、ロボットが教示点IP3に到達する前に、ロボットの目標位置を教示点IP3から教示点IP4に変更するようにして、より効率の良いロボットの動きを実現している。

【0059】さらに、ロボットが目標位置IP4に向けて移動している最中に、同期信号Bがオンになった場合も（ステップ670、680）、ロボットの目標位置を教示点IP4から教示点IP5に変更するようにして、教示点IP4を経由させることなく、教示点IP5への移動を実行させるようにしている。

【0060】また、上記制御によれば、搬入側ロボット4の進入可領域は搬出側ロボットの動作状態を示す前記同期信号A、Bのオンオフ状態によって、リアルタイムに変更されるようになっている。すなわち、搬入側ロボット4は、搬出側ロボット5が同期ポイントOP7の外側に達すると（同期信号Aがオンになると）、教示点IP4までは進入することができ、搬出側ロボット5が同期ポイントOP8の外側に達すると（同期信号Bがオンになると）、教示点IP5までは進入することができるように制御される。

【0061】その後、搬入コントローラ10aは、ロボットを教示点IP5を経由させた後、本進入工程における最終目的位置IP6まで移動させる。

【0062】以上が、搬入ロボット4による進入工程の詳細である。

【0063】次に、図12のフローチャートに従って図

7に示した搬入側ロボット4の脱出工程に関する搬入コントローラ10aの制御手順について説明する。

【0064】先の進入工程によってロボットが教示点IP6に到達したのが確認されると、搬入コントローラ10aは、ハンドアンクランプ指令をロボットに出力して、ロボットにワーク解放動作を実行させる(ステップ730)。また、上記ハンドアンクランプ指令を出力した時点で、監視タイマをスタートさせ、経過時間Tをカウントする(ステップ740)。そして、所定の設定時間T_{Lim}が経過する前に、ハンドアンクランプが確認された場合は、その後手順をステップ770に移行させるが、設定時間T_{Lim}が経過してもハンドアンクランプが確認されない場合は、ロボット及びプレス機械を緊急停止させる(ステップ750、760)。

【0065】ハンドアンクランプが確認された場合は、その後ロボットを教示点IP7まで移動させた後(ステップ770)、プレス起動タイマをスタートさせ、経過時間TPをカウントする(ステップ780)。

【0066】つぎに、搬入コントローラ10aは、ロボットを教示点IP8まで移動させた後、プレス起動タイマの経過時間TPを所定の設定時間TP_{Lim}と比較し(ステップ800)、TP>TP_{Lim}である場合はプレスに起動指令を出力してプレスを起動させるとともに(ステップ840)、ロボットが教示点IP8に到達しているか否かを確認し(ステップ850)、未到着である場合にゾーンB信号がオンである場合は(プレスクランク角がロボット進入不可角度領域である図1のゾーンBに位置している)、プレス及びロボットを非常停止させる(ステップ860)。一方、ステップ860において、ゾーンB信号がオンでない場合は、教示点IP8への到達を確認した後、プレス干渉外A信号をオンにした後、ロボットを教示点IP1まで移動させる(ステップ880)。この後、搬入コントローラ10aは、逆軸ロボットすなわち、搬出側ロボット5がツイスト軸を回転してもよい姿勢である事を確認してツイスト軸を回転させる(ステップ890~900)。

【0067】一方、ステップ800の比較において、TP≤TP_{Lim}である場合、搬入コントローラ10aは、ロボットを教示点IP8まで移動させた後、プレス干渉外A信号をオンにし、さらに、プレスに起動指令を出力してプレスを起動させる(ステップ810~830)。

【0068】以上が、搬入ロボット4の脱出工程の詳細である。

【0069】図13は、先の図4に示した搬出側ロボットの搬入工程における、教示点OP2から教示点OP4までの干渉(プレスとロボットとの干渉)の可能性がある区間における移動軌跡の教示手順を示すもので、以下その動作手順を説明する。なお、前述した教示点OP1、OP2、OP4、OP5は、オフライン教示により予め教示している。

【0070】まずオペレータは、寸動操作によりプレスのスライドを下死点まで降下させた後(ステップ1000)、ロボットを教示点OP2(プレス干渉外位置)まで移動させる(ステップ1010)。

【0071】次に、オペレータは教示点OP2から教示点OP4までの区間中に教示すべき複数の同期ポイント(この場合は最大8個とする)に関する同期ポイント番号N=1を入力した後(ステップ1020)、ロボットサーボをオフにする(ステップ1030)。

【0072】次に、オペレータはプレスのスライドを現位置(この場合は下死点)から手でクランク角に換算して10°~15°程上昇させて、ロボットサーボをオンにする(ステップ1040、1050)。

【0073】次に、オペレータは、ロボットを教示点OP2から教示点OP4までの区間上を1同期ポイント分に対応する距離だけ移動して停止させる(ステップ1060)。そして、オペレータはこの移動させた位置が教示点OP2から教示点OP4までの軌跡においてロボットプレスが干渉しない最短位置であるか否かを確認し(ステップ1070)、否である場合はやり直しを実行する(ステップ1080)。

【0074】次に、オペレータはロボットが教示点OP4に到達したか否かを確認する(ステップ1090)。この場合は、まだ教示点OP4には到達していないので、手順はステップ1100に移行する。ステップ1100においては、前記教示したN=1の同期ポイントデータが適正と判断されたので、このポイントデータ(位置データ及びこのときのプレスクランク角)が記憶される。次に、オペレータはポイント番号Nを+1した後(ステップ1110)、この+1したNが8より大きいかなんを確認し(ステップ1120)、N>8の場合はエラーを表示し、やり直しを実行する(ステップ1140)。N≤8の場合は、次に、プレスが上死点に到達したか否かを確認し(ステップ1130)、上死点に到達した場合は、エラーを表示し、やり直しを実行する(ステップ1140)。ステップ1130で、上死点に到達していない場合は、手順をステップ1040に復帰させ、プレスのスライドを現位置から手で10°~15°程上昇させる。以下、上記と同様にして、N=2のポイントデータを決定し、これを記憶する。

【0075】そして、このような処理を複数回繰り返すことにより、教示点OP2から教示点OP4までの区間における複数のポイントデータを教示する。なお、図4に示した、ロボット先端干渉外位置を示す教示点OP3としては、これを予めオフラインで教示するようにしてもよく、あるいは前記教示した複数の同期ポイントから適宜選択するようにしてもよい。

【0076】図14は、先の図13の手順によって教示されたOP2~OP4間の複数の同期ポイントが実際に適正であるか否かを確認するための確認動作手順を示すもの

で、以下その動作を説明する。

【0077】この確認動作においては、オペレータはまずプレスのスライドを下死点にセットした後、ロボットサーボをオンにする。次に、オペレータは、ロボットを手動確認運転で移動させることによりロボットをプレスに進入させつつ、プレスを手動の寸動で $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ずつ上昇させる。ロボットは現クランク角に対応した位置にリアルタイムで移動するので、この移動中にプレス等と干渉する場合は、ロボット手動確認運転を中止し、教示をやり直す。

【0078】このような処理を複数回繰り返すことにより、教示点OP2から教示点OP4までの区間における複数の教示データの干渉の有無を確認する。

【0079】なお、前記図5～図7に示した、搬出ロボットの脱出工程、搬入ロボットの進入脱出工程においても、前記同様な教示確認作業が実行される。

【0080】このように、上記教示作業によれば、専門知識の無い未熟なオペレータでも簡単に干渉を起こさないロボットの移動軌跡をティーチングすることができる。すなわち、オフラインでロボットとプレスが干渉を起こさないよう全ての教示点を教示するためには、大量の環境データが必要であり、この環境データは、金型形状、ワーク形状、ハンド形状、プレス周辺治具などの複合条件によって、その都度変化するので、このような大量の環境データを用いて適正なロボット軌跡を作成するのは、未熟な操作者には不可能である。

【0081】以上のように上記実施例では、搬入側ロボットとプレス、搬出側ロボットとプレス、さらには搬入側ロボットと搬出側ロボットを、それぞれの干渉を考慮してできるだけ待機時間が少なくなるよう効率良く同期運転（重ね合わせ運転）させているので、サイクルタイムを従来に比べ格段に向上させる事が可能になる。

【0082】なお、本発明は上記実施例に限定されことなく各種の変更が可能であり、例えば搬入搬出作業用ロボットとして双腕ではない1腕の多軸ロボットを使用するようにしてもよい。

【0083】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、プレス機械が加工動作中であってプレスクランク角がロ

ボットの進入を許容しない所定の角度範囲にあり、かつロボットの移動目標位置が干渉可能性のある金型間にある条件が満足された場合に限り、該目標位置への移動を待機させ、それ以外の条件下ではロボットを待機させずにプログラムどおりに動作させるようにしたので、サイクルタイムを向上させることができ、これにより生産効率が格段に向上する。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】プレスクランク角に対応するロボットの動作態様を示す図。

【図2】プレスロボットシステムの一例を示す図。

【図3】制御系の一部を示すブロック図。

【図4】搬出側ロボットの進入工程を示す図。

【図5】搬出側ロボットの脱出工程を示す図。

【図6】搬入側ロボットの進入工程を示す図。

【図7】搬入側ロボットの脱出工程を示す図。

【図8】搬入及び搬出側ロボットの同期制御の説明図。

【図9】搬出側ロボットの進入工程の制御手順を示すフローチャート。

20 【図10】搬出側ロボットの脱出工程の制御手順を示すフローチャート。

【図11】搬入側ロボットの進入工程の制御手順を示すフローチャート。

【図12】搬入側ロボットの脱出工程の制御手順を示すフローチャート。

【図13】ロボットに対する教示手順を示すフローチャート。

【図14】教示軌跡の確認手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

30 1…プレス機械

2…双腕多軸ロボット

3…ツイスト軸

4…搬入側ロボット

5…搬出側ロボット

6…ワーク置き台

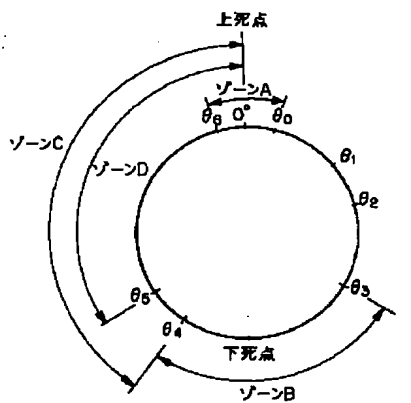
10…ロボットコントローラ

10a…搬入コントローラ

10b…搬出コントローラ

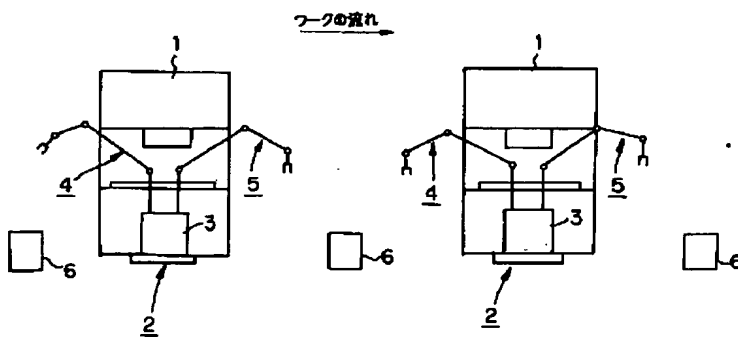
20…集中制御装置

【図1】

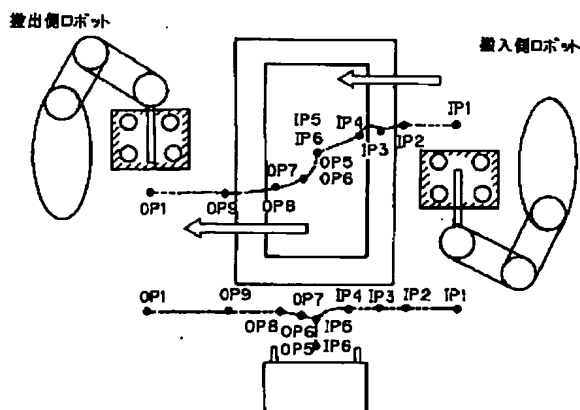


- θ_0 : 上死点端(15°)
 θ_1 : 原点チェック領域
 θ_2 : 原点チェック領域
 θ_3 : プレス加工時急停止限界
 θ_4 : ロボット先端進入可
 θ_5 : ロボット進入可
 θ_6 : 上死点端(345°)
 ゾーンA: 上死点領域
 ゾーンB: ロボット進入不可領域
 ゾーンC: ロボット先端進入可領域
 ゾーンD: ロボット進入可領域

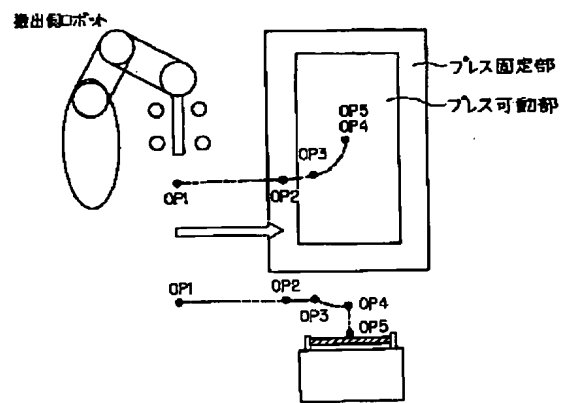
【図2】



【図8】



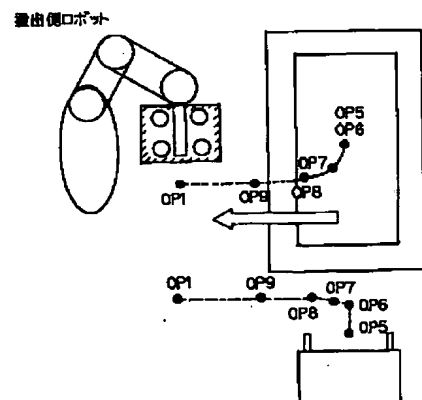
【図4】



- OP1: ツイス軸回転姿勢
 OP2: プレス干渉外
 OP3: ロボット先端干渉外
 OP4: 金型上方
 OP5: ワークランプ位置

搬出側ロボット進入工程
SCENE-1

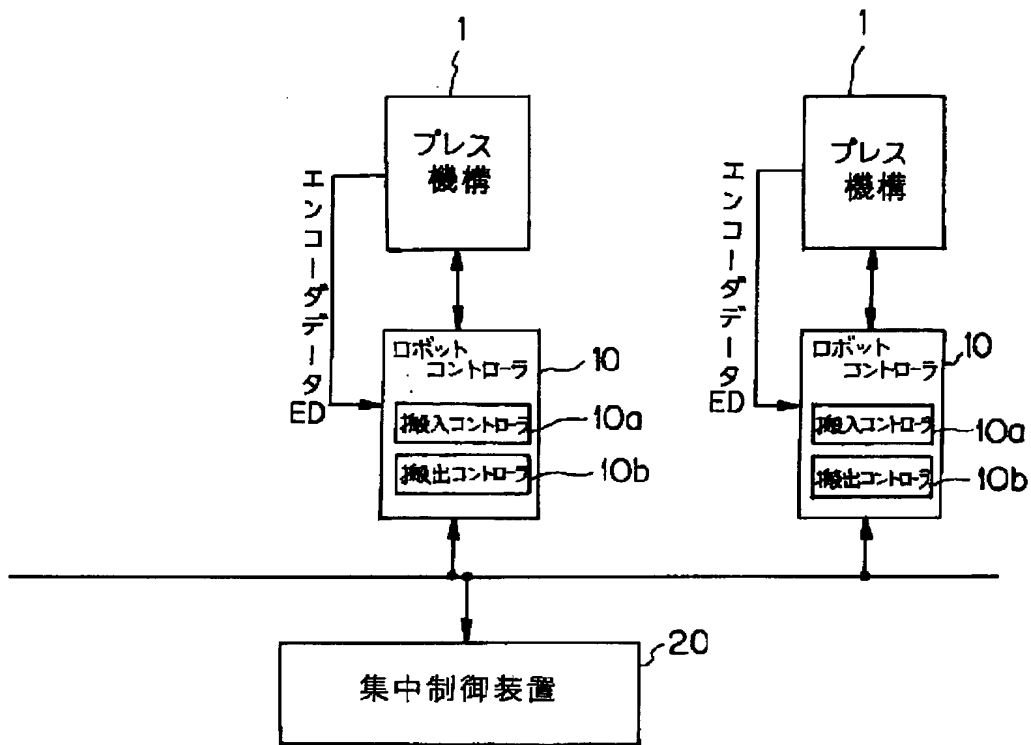
【図5】



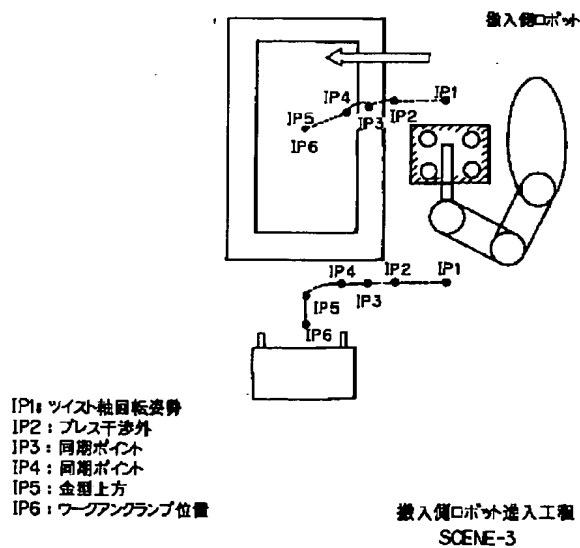
- OP5: ワークランプ位置
 OP6: 金型上方
 OP7: 同期ポイント
 OP8: 同期ポイント
 OP9: プレス干渉外

搬出側ロボット脱出工程
SCENE-2

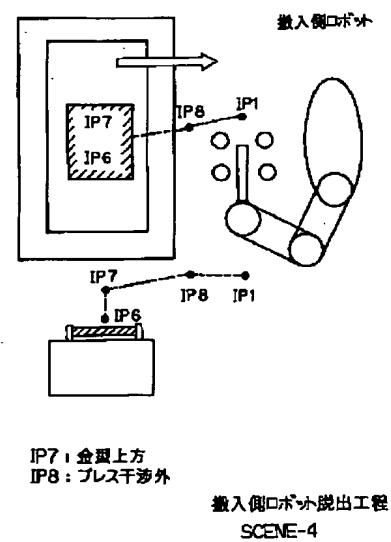
【図3】



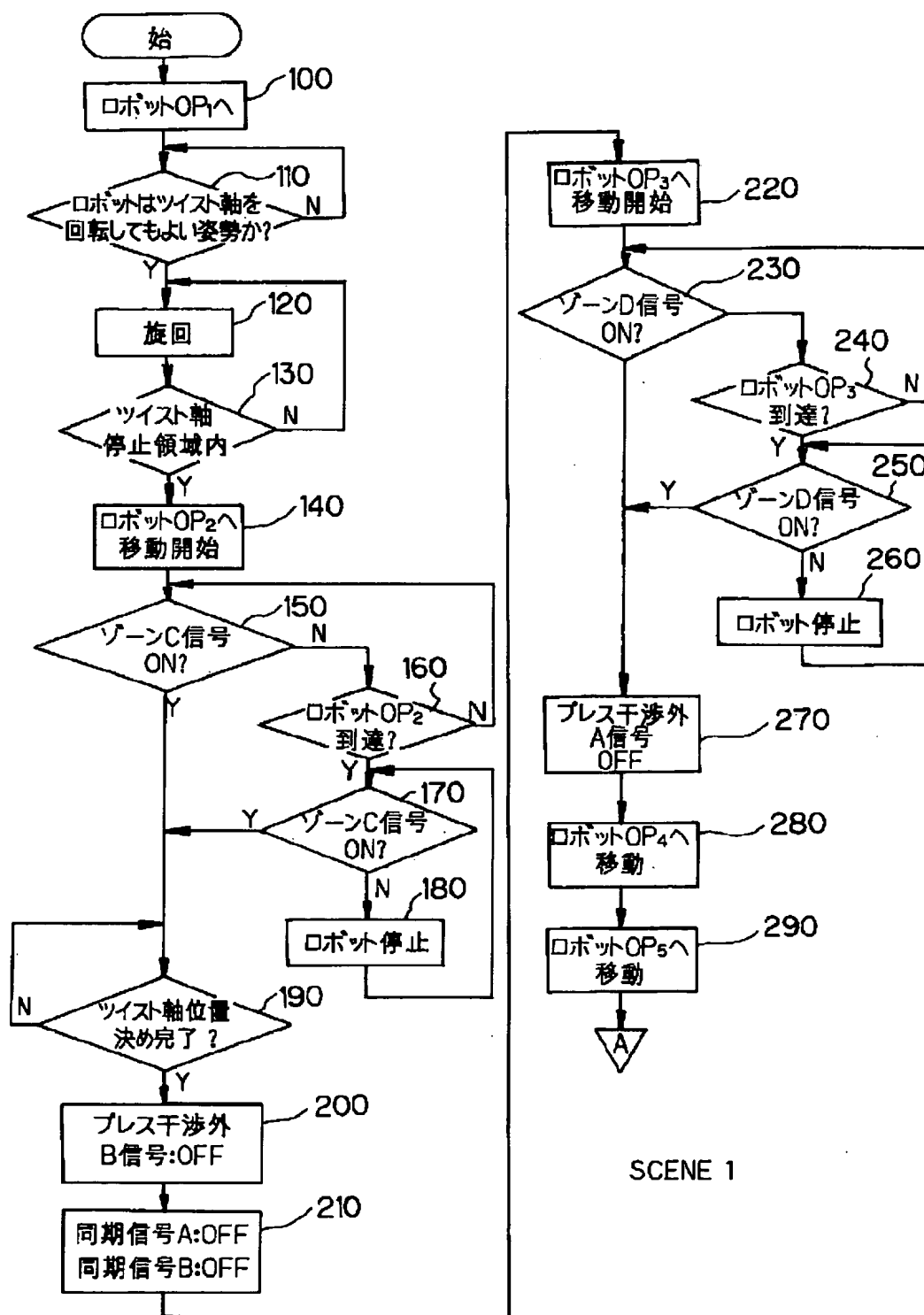
【図6】



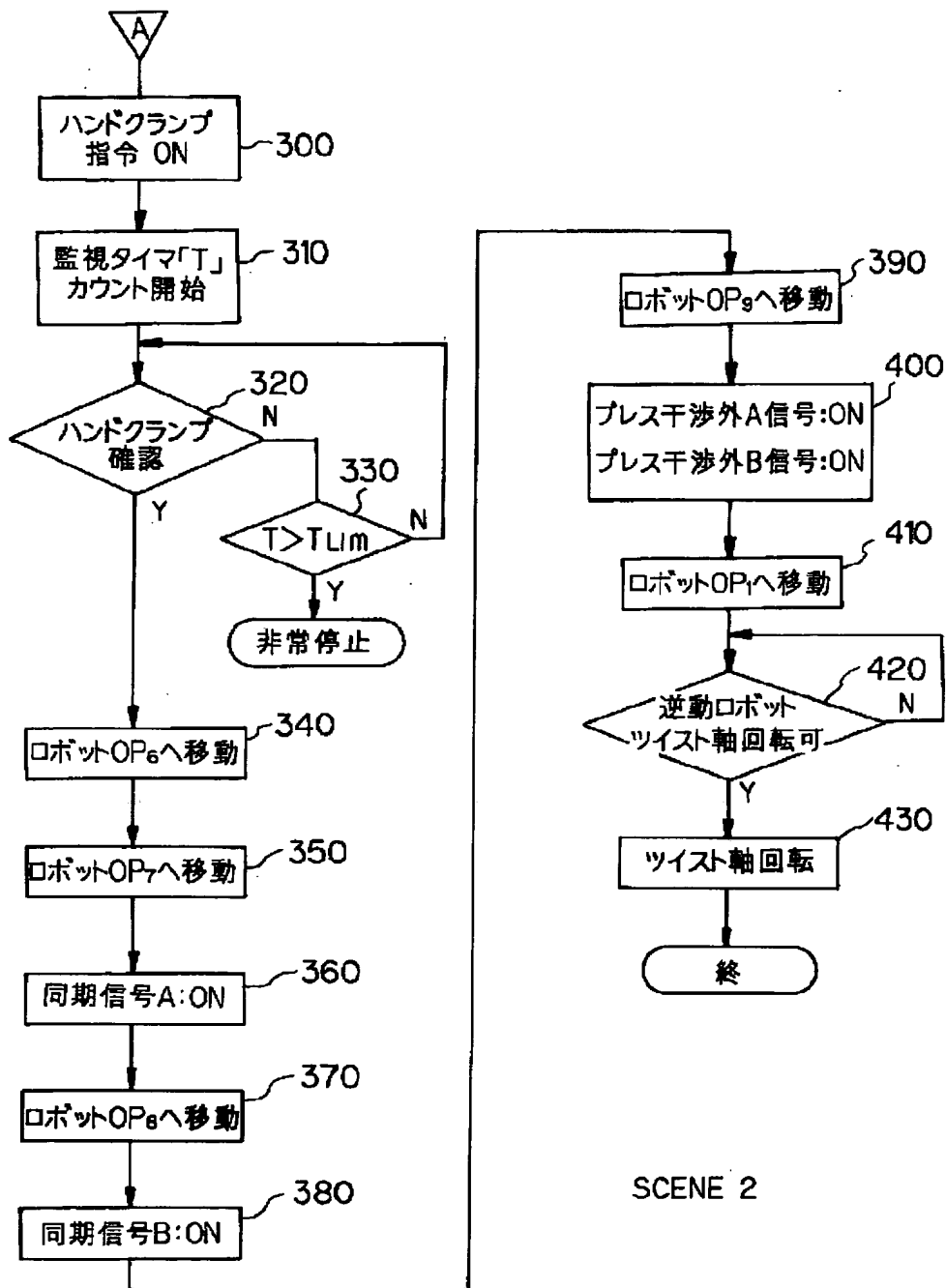
【図7】



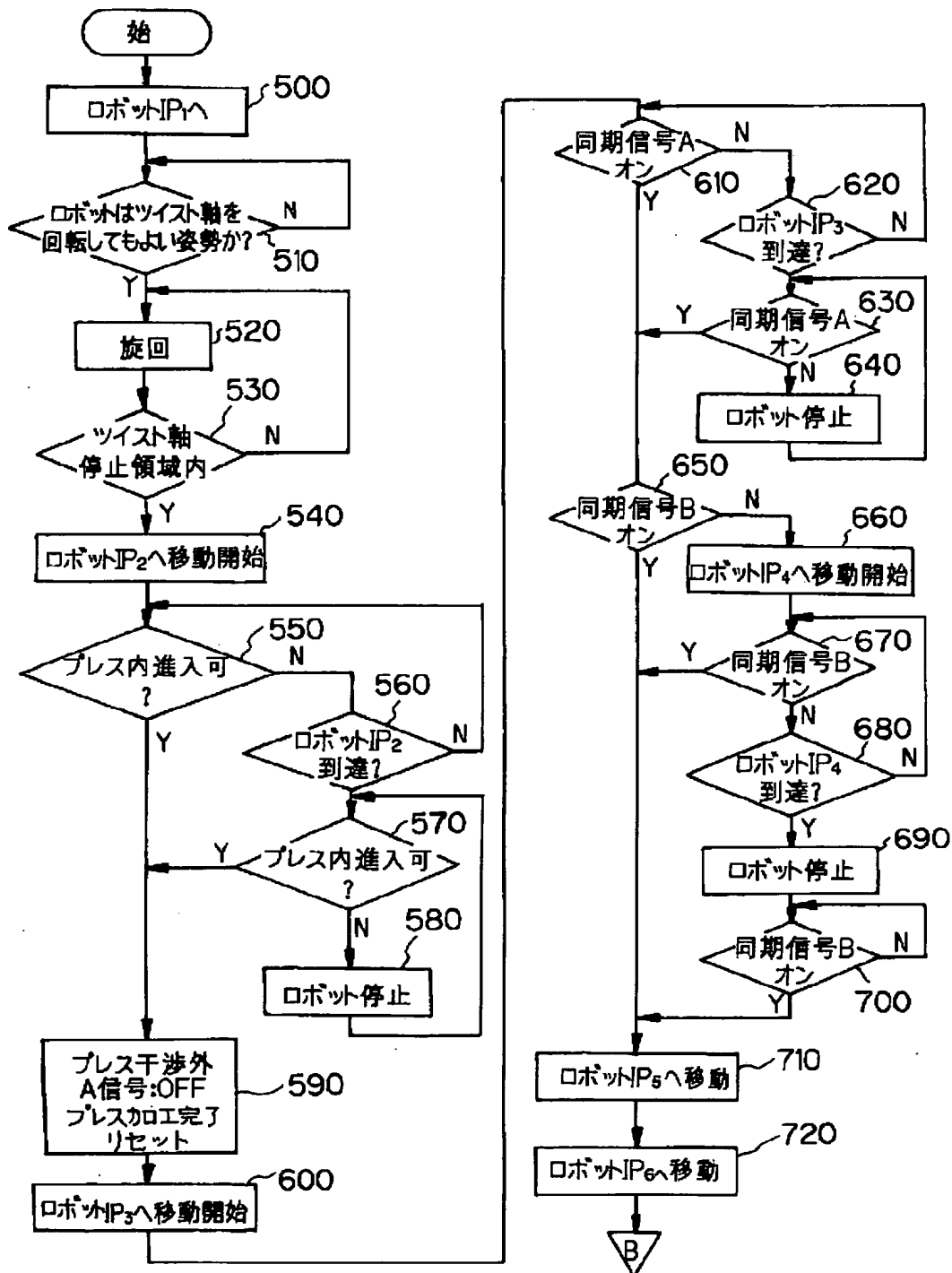
【図9】



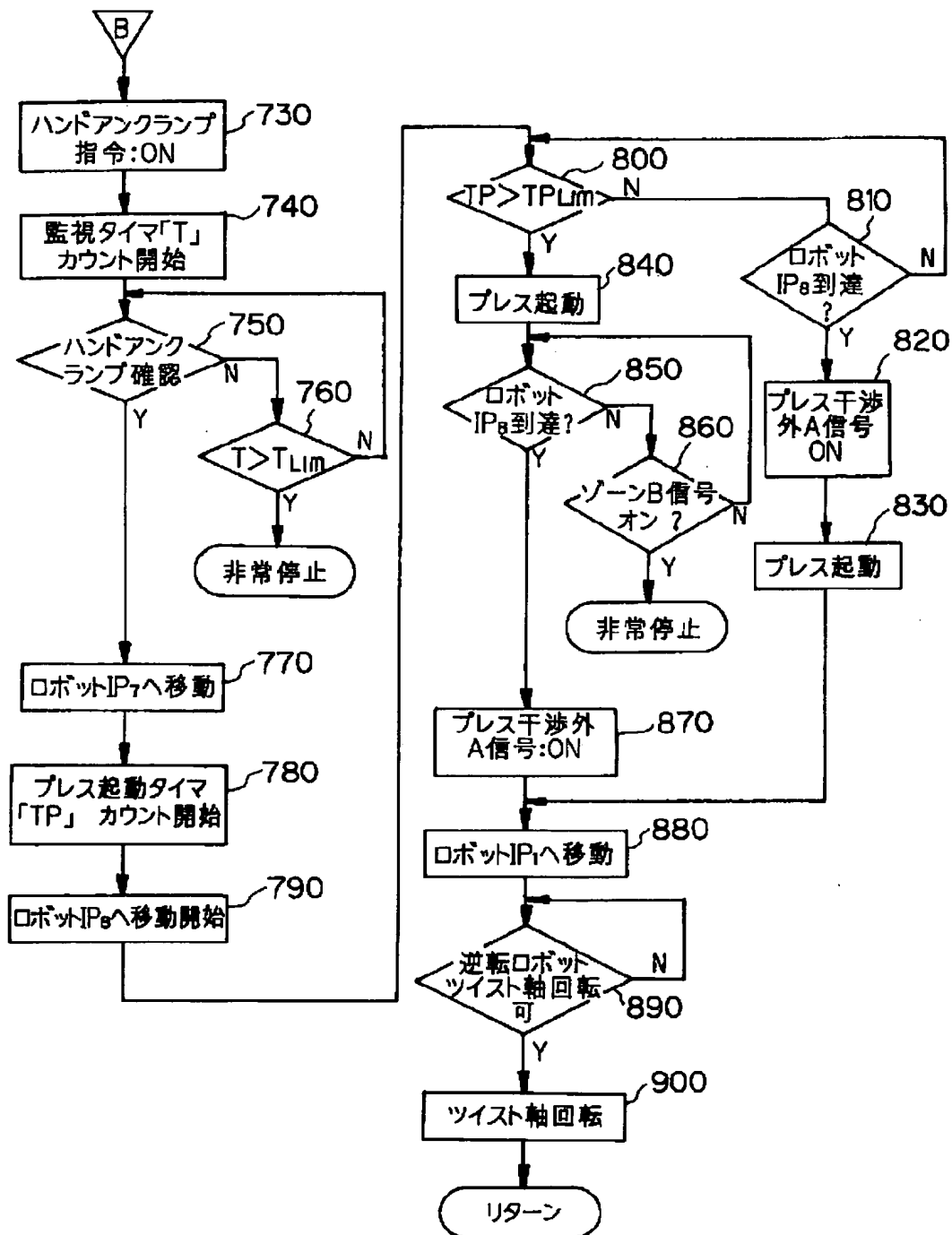
【図10】



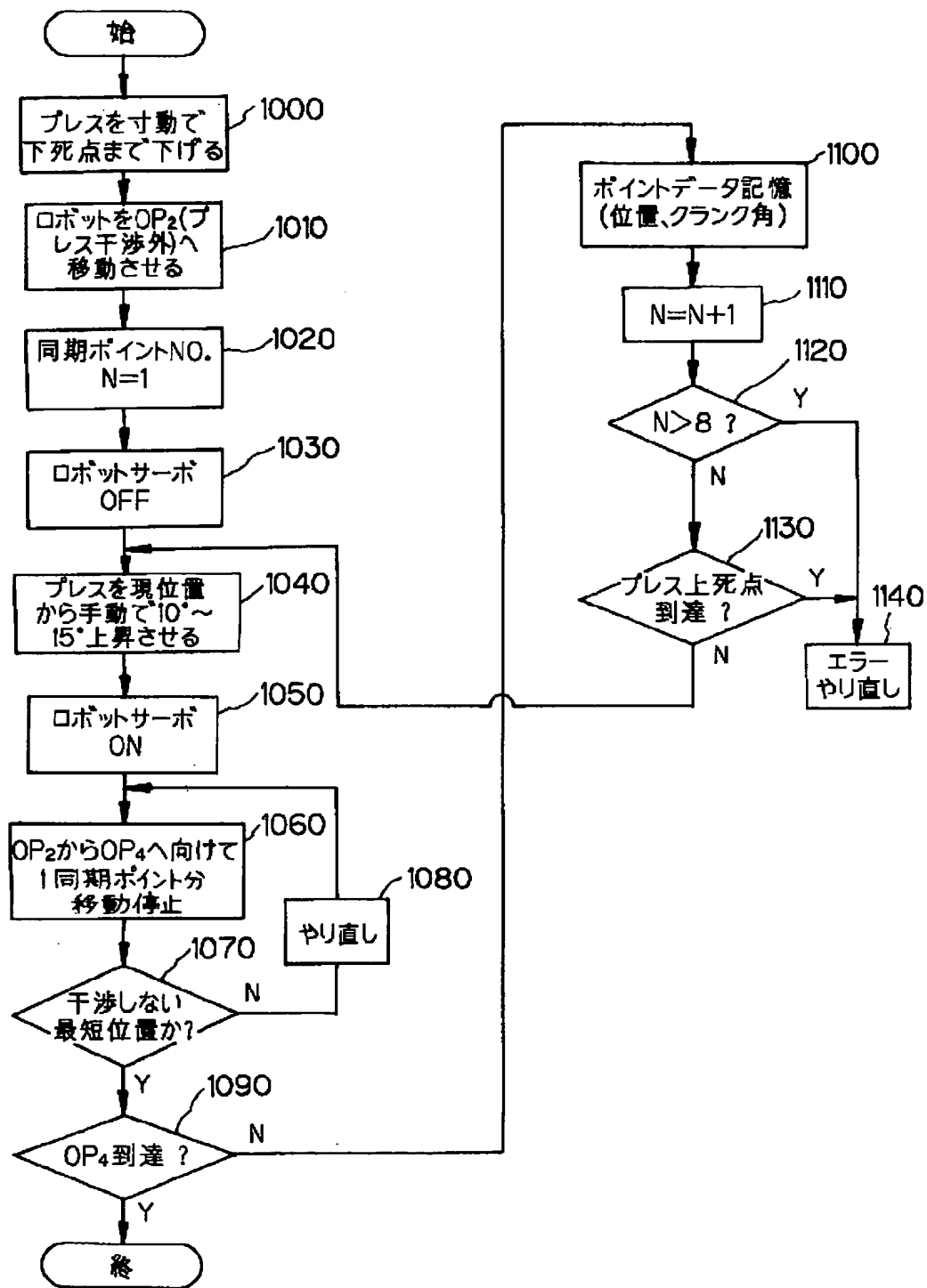
【図11】



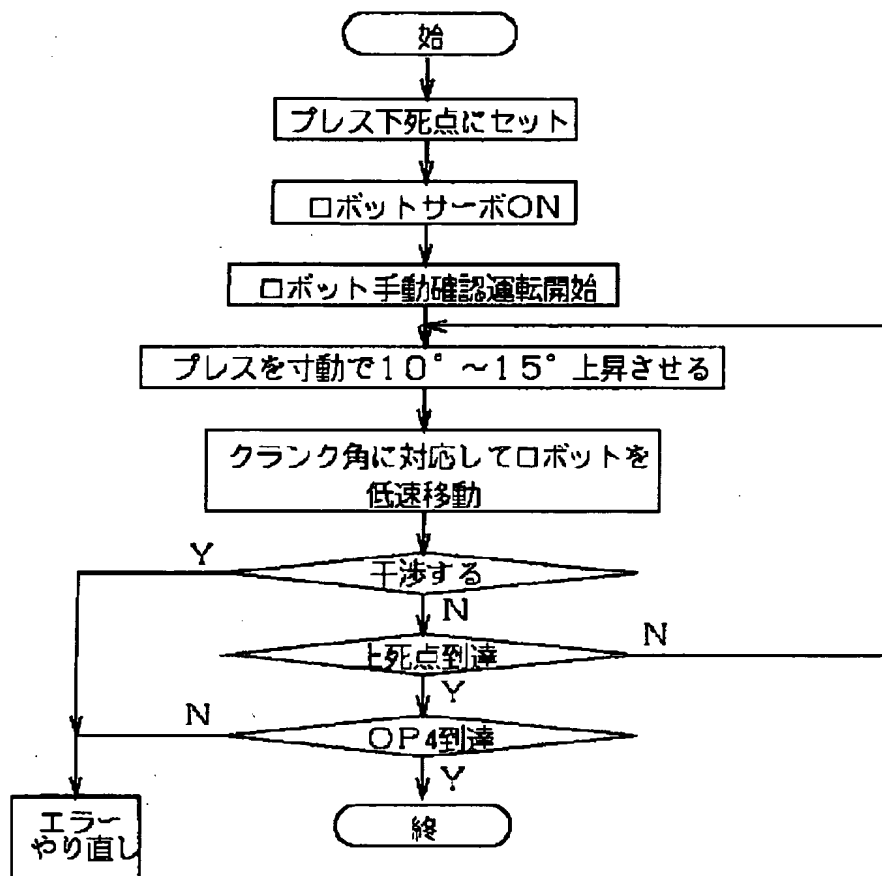
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 3 0 B 13/00

C

15/26

G 0 5 B 9/02

A

15/02

19/19

M